

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年11月1日 (01.11.2001)

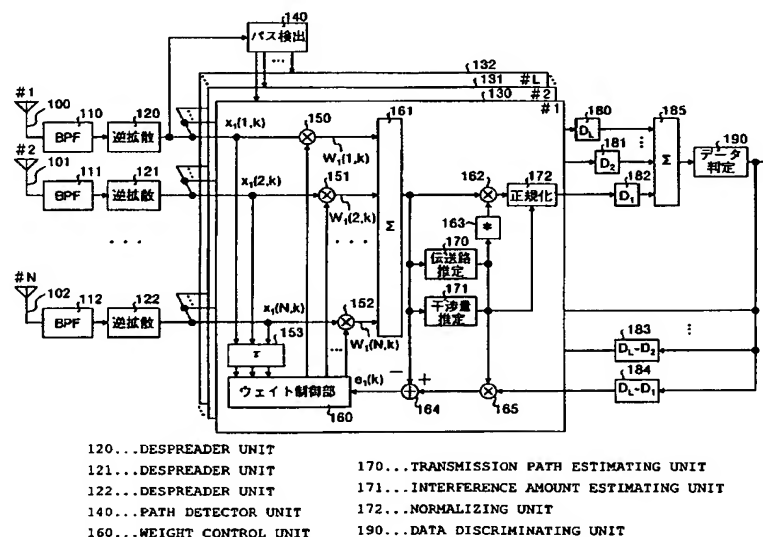
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/82501 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H04B 7/08 Hiroyasu [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/03365
- (22) 国際出願日: 2001年4月19日 (19.04.2001) (74) 代理人: 酒井宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関三丁目2番6号 東京倶楽部ビルディング Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, US.
- (30) 優先権データ:
特願2000-126467 2000年4月26日 (26.04.2000) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐野裕康 (SANO, 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SPREAD SPECTRUM RECEIVING APPARATUS

(54) 発明の名称: スペクトル拡散受信装置



(57) Abstract: A path detector unit (140) detects, from despread signals, a plurality of multipath waves that meet a predetermined criterion. A plurality of adder units (161) form beams path by path. A plurality of transmission path estimating units (170) and complex conjugate calculating units (163) calculate transmission path estimates, and then effect, on the basis of those estimates, a process of weighting according to the signal amplitudes and a process of eliminating phase variations. A plurality of interference amount estimating units (171) determine interference amounts. A plurality of normalizing units (172) normalize, on the basis of the interference amounts, the signals that have had their phase variations eliminated. An adder unit (185) combines all the normalized signals. A data discriminating unit (190) discriminates the combined signals.

[続葉有]

WO 01/82501 A1



(57) 要約:

パス検出部（１４０）は、逆拡散後信号から所定の基準を満たした複数のマルチパス波を検出し、複数の加算部（１６１）は、パス単位にビームを形成し、複数の伝送路推定部（１７０）および複素共役算出部（１６３）は、伝送路推定値を算出し、その推定結果に基づいて信号振幅に応じた重み付け処理、および位相変動の除去処理を行う。また、複数の干渉量推定部（１７１）は、干渉量を抽出し、複数の正規化部（１７２）は、干渉量に基づいて位相変動除去処理後の信号を正規化し、加算部（１８５）は、すべての正規化後の信号を合成し、データ判定部（１９０）は、合成後の信号を判定する。

明 細 書

スペクトル拡散受信装置

5 技術分野

本発明は、スペクトル拡散変調方式を用いた符号分割多元接続（CDMA：Code Division Multiple Access）方式を採用するスペクトル拡散受信装置に関するものであり、特に、周波数選択性フェージングが発生する伝送路を用いて通信を行うスペクトル拡散受信装置に関するものである。

10

背景技術

以下、従来のスペクトル拡散受信装置について説明する。スペクトル拡散変調方式を用いたCDMA方式を採用する従来のスペクトル拡散受信装置としては、たとえば、文献「DS-CDMA適応アレイアンテナダイバーシチの室内伝送実験特性，電子情報通信学会 信学技報 RCS98-94 p.33-38 1998年9月」，「ブロードバンドDS-CDMAにおけるコヒーレントRake受信の室内実験特性，電子情報通信学会 信学技報 RCS99-129 p.57-62 1999年10月」等がある。

15

ここで、上記文献に基づいて、従来のスペクトル拡散受信装置の構成および動作を説明する。第6図は、従来のスペクトル拡散受信装置の構成を示す図である。第6図において、500，501，…，502はN（自然数）本で構成されるアンテナであり、510，511，…，512はバンドパスフィルタ（BPF）であり、520，521，…，522は逆拡散部であり、530，531，…，532は、マルチパス波による影響を受けた逆拡散後信号に基づいて生成されたL（自然数）個のパスから、個別にビームを形成するビーム形成部であり、540はパス検出部であり、550，551，…，552は複素乗算器であり、553は遅延器であり、560はウェイト制御部であり、561は加算部であり、56

20

25

2は複素乗算器であり、563は複素共役算出部であり、564は減算器であり、565は複素乗算器であり、570は個々のパスに対して伝送路の推定を行う伝送路推定部であり、580, 581, ..., 582, ..., 583, 584は遅延器であり、585は加算部であり、590はデータ判定部である。

5 つぎに、上記のように構成される従来のスペクトル拡散受信装置の動作を説明する。まず、N本のアンテナ500~502で受信した移動局からの信号は、それぞれ、BPF510, 511, ..., 512でろ波され、所望の帯域制限がなされる。そして、帯域制限後の信号は、逆拡散部520, 521, ..., 522に入力され、ここでは、送信側で用いられた拡散符号系列(PN系列に相当)と同じ系列により逆拡散が行われる。

パス検出部540では、マルチパス波の影響を受けたある1つの逆拡散後信号から、L個のパスの選択を行う。ここで、パス検出部540の動作を詳細に説明する。第7図は、パス検出部540の構成を示す図である。第7図において、600は伝送路推定部であり、601は平均電力値算出部であり、602はしきい値算出部であり、603は判定部であり、604はパス選択部である。

15 このようなパス検出部540では、まず、伝送路推定部600が、スロット単位に設けられたパイロットシンボル(既知信号)に基づいて、1スロット内のすべてのシンボルを同相加算し、その結果として瞬時の伝送路推定値を出力する。つぎに、平均電力値算出部601では、受け取った伝送路推定値を用いて、数スロットにわたる電力の平均化処理を行い、その処理結果として平均電力遅延プロファイルを算出する。

25 つぎに、しきい値算出部602では、受け取った平均電力遅延プロファイルのなかから、最も電力の小さいパスを雑音あるいは干渉電力とみなし、さらに、その電力から Δ dBだけ大きい電力値を、パス選択のためのしきい値として出力する。つぎに、判定部603では、平均電力遅延プロファイルとしきい値とを比較し、そのしきい値よりも大きな平均電力値を有するすべてのパスを、所望信号に対応するマルチパスとする。そして、それらのパスの時系列的な位置情報、お

よびそれらのパスの電力値を出力する。

つぎに、パス選択部 604 では、各ビーム形成部が、 H/W および S/W の制約から予め定められた L 個のパスに対してのみ信号処理を行うため、平均電力値の大きい順に L 個のパスを選択する。そして、各パスに対応する時系列的な位置が、パス位置情報として出力される。第 8 図は、しきい値算出部 602、判定部 603 およびパス選択部 604 の処理を示す図である。

パス検出部 540 によりパス位置情報を出力後、ビーム形成部 530～532 では、適応アルゴリズムによる信号処理によりビームを形成する。なお、ビーム形成部 530 は、信号電力の最も大きいパスに対して信号処理を実施するものであり、ビーム形成部 531、…、532 については、2 番目から L 番目に信号電力の大きいパスに対して信号処理を実施するものである。ここで、ビーム形成部 530 の動作を詳細に説明する。

前述したように、逆拡散部 520 からの逆拡散後信号は、パス検出部 540 によりパス単位に分離され、ビーム形成部 530 に入力される。したがって、各ビーム形成部では、検出されたパス単位にビームを形成することになる。

まず、ウェイト制御部 560 では、LMS (Least Mean Square) 等の適応アルゴリズムに基づいてウェイトの計算を行い、複素乗算器 550～552 では、各アンテナにて受信した信号に対して、パス単位に、ビーム形成のための複素ウェイトを乗算する。そして、加算部 561 では、複素ウェイトが乗算された各受信信号を合成し、その合成結果を、指向性を有するアンテナ合成後信号として出力する。

つぎに、伝送路推定部 570 では、伝送路の推定を行う。具体的にいうと、たとえば、スロット毎に備えられた既知系列のパイロットシンボルを用いて、第 1 番目のパスに対する伝送路推定値 (複素値) を算出する。第 9 図は、スロット構成を示す図である。

つぎに、複素共役算出部 563 では、伝送路推定部 570 にて算出した伝送路推定値の複素共役値を算出する。そして、この複素共役値は、複素乗算器 562

に入力されてアンテナ合成後信号との乗算が行われ、ここでは、信号振幅に比例した重み付けが実施され、かつ位相変動が除去された信号が出力される。

ビーム形成部530～532により1番目（信号電力の最も大きいパス）からL番目（信号電力がL番目に大きいパス）のビームを形成後、遅延器580～582では、第1番目のパスから第L番目のパスがすべての同じタイミングとなるように、それぞれ、遅延量 D_1, D_2, \dots, D_L を付加する。

加算部585では、パス単位に同相化された信号を合成し、データ判定部590では、データの硬判定処理を行い、その硬判定結果を受信装置の復調データとして出力する。なお、この硬判定結果は、各パスのビームを形成するための参照信号として用いられるため、それぞれ、遅延器583～584にて遅延調整を行い、たとえば、遅延量 $D_L - D_1, D_L - D_2, \dots, 0$ （L番目のパスは遅延させない）を付加する。

ここで、ビーム形成部530を一例として、各受信信号に対するウェイトの決定方法を具体的に説明する。なお、ここでは、ビーム形成のために既知の適応アルゴリズムを用いることとする。

たとえば、遅延器584の出力は、複素乗算器565により伝送路推定値と乗算され、参照信号となる。その後、減算器564では、その参照信号からアンテナ合成後信号を減算し、第1番目のパスに対する誤差信号 $e_1(k)$ を生成する。そして、ウェイト制御部560では、正規化LMSを表す式（1）にしたがって、ウェイトを更新／決定する。

$$W_1(k+1) = W_1(k) + \mu \frac{X_1(k-\tau)}{\|X_1(k-\tau)\|^2} e_1(k) \quad \dots (1)$$

ただし、式（1）右辺第2項の分母はノルムを表し、 k はサンプリング時刻（ $t = k T_s$ ： T_s はサンプリング周期）に対応し、 $X_1(k)$ は各逆拡散後信号の第1番目のパスのベクトル表現（ $X_1(k) = [x_1(1, k), x_1(2, k), \dots,$

$x_1(N, k)]^T$ であり、 $W_1(k)$ は第1番目のパスに対する各ウェイトのベクトル表現 ($w_1(k) = [w_1(1, k), w_1(2, k), \dots, w_1(N, k)]^T$) である。また、 $W_1(k)$ の初期値は $w_1(0) = [1, 0, \dots, 0]^T$ であり、 μ はステップサイズを表し、 τ は遅延時間 (遅延量) を表す。

- 5 このように、従来のスペクトル拡散受信装置では、複数のアンテナにより受信される受信信号から検出された L 個のパスに対して、個別にビームを形成し (適応アルゴリズムを用いて)、すなわち、伝送路推定値に応じた重み付け合成 (Rake 合成) を行うことで、干渉信号にヌルを向けながら希望信号に関する S I R (信号対干渉波電力比) の改善を図っている。また、従来のスペクトル拡散受信装置は、基地局にてサービス可能なセル内の移動局の位置分布が一様で、かつ
- 10 上記パス単位に形成されたビームの干渉波電力が同一である場合に、理想的なチャネル容量を得ることができる。

- しかしながら、上記、従来のスペクトル拡散受信装置においては、移動局の位置が瞬時的に偏在するか、または、伝送速度が異なることで送信信号電力の異なる移動局が存在することで、パス単位に形成されるビームの干渉波電力が同一と
- 15 みなせない場合、S I R を最適化できずに良好なビット誤り率特性が得られないため、理想的なチャネル容量を得ることができない、という問題があった。

- また、従来のスペクトル拡散受信装置においては、通信対象となる移動局が移動し、その移動速度が高速である場合に、基地局側が移動局に対して精度よくビームを向けることが困難になる、という問題があった。
- 20 また、従来のスペクトル拡散受信装置にてアダプティブアレイアンテナでビームを形成する初期状態においては、移動局から基地局へのマルチパス波の到来方向がわからず、指向性の鋭いビームを形成できないため、上記のように、1つのアンテナを利用してパスの選択を行う。しかしながら、1つのアンテナを用いる
- 25 場合、干渉の影響が大きい伝送路においては、精度よくパス検出を行うことができない、という問題があった。

また、従来のスペクトル拡散受信装置においては、前述のように、1つのアン

テナを用いる場合、各受信信号に対してウェイトが設定される。この場合、適応アルゴリズムに基づいてビームを形成するまでに多くの時間を要することとなり、移動局の送信側では、基地局での所要品質を満たすことができるように、ビーム形成が終るまでの間、多くの送信信号電力が必要となる。これにより、基地局側では、瞬時的に干渉電力が増大することとなり、理想的なチャネル容量を得ることができない、という問題があった。

従って、本発明は、パス単位に形成されるビームの干渉波電力が同一とみなせない場合においても、良好なビット誤り率特性を実現可能なスペクトル拡散受信装置を提供することを目的としている。

また、本発明は、通信対象となる移動局が移動し、その移動速度が高速である場合においても、基地局側が移動局に対して精度よくビームを向けることが可能なスペクトル拡散受信装置を提供することを目的としている。

また、本発明は、1つのアンテナを用いてパス選択を行う場合においても、精度よくパス検出を行うことができ、さらに、適応アルゴリズムに基づいてビームを形成するまでの時間を大幅に短縮することができるスペクトル拡散受信装置を提供することを目的としている。

発明の開示

従って、本発明にかかるスペクトル拡散受信装置にあつては、単一のまたは複数のアンテナで受信した信号に対して逆拡散処理を実施し、その逆拡散後信号に基づいてデータの復調処理を行うことを特徴とし、さらに、前記逆拡散後信号から所定の基準を満たした複数のマルチパス波を検出し、それらのパスの時系列的な位置情報を出力するパス検出手段（後述する実施の形態のパス検出部140に相当）と、前記パス単位に受け取る前記時系列的な位置情報に基づいて、適応アルゴリズムによりビームを形成する複数のビーム形成手段（複素乗算器150～152，加算部161に相当）と、前記ビーム単位に得られる受信信号に基づいて伝送路推定値を算出し、その推定結果に基づいて信号振幅に応じた重み付け処

理、および位相変動の除去処理を行う複数の伝送路推定手段（伝送路推定部 1 7 0、複素共役算出部 1 6 3 に相当）と、前記ビーム単位に得られる受信信号に基づいて干渉量を抽出する複数の干渉量抽出手段（干渉量推定部 1 7 1 に相当）と、前記干渉量に基づいて前記位相変動除去処理後の信号を正規化する複数の正規化手段（正規化部 1 7 2 に相当）と、前記すべての正規化後の信号を合成する合成手段（遅延器 1 8 0～1 8 2、加算部 1 8 5 に相当）と、前記合成後の信号を判定する判定手段（データ判定部 1 9 0 に相当）と、を備えることを特徴とする。

つぎの発明にかかるスペクトル拡散受信装置において、前記干渉量抽出手段は、送信信号に付加された既知系列に基づいて、干渉量を算出することを特徴とする。

10 つぎの発明にかかるスペクトル拡散受信装置において、前記パス検出手段は、サービス対象のエリアをカバーするために必要な複数のビームを生成する複数ビーム生成手段（複数ビーム生成部 1 4 1 に相当）と、前記ビーム単位に、所定のしきい値以上の電力値を有するすべてのパスを検出し、さらに、前記ビーム毎に算出される干渉電力に基づいて前記検出されたパスの電力値を正規化するパス検出手段（ビーム毎パス検出部 2 0 0、2 1 0、2 2 0 に相当）と、前記検出されたパスのなかから電力値の大きい順に所定数分のパスを選択するパス選択手段（パス選択部 3 3 0 に相当）と、を備えることを特徴とする。

20 つぎの発明にかかるスペクトル拡散受信装置において、前記ビーム形成手段は、前記適応アルゴリズムを用いてビームを形成するときに必要なウェイトの初期値として、前記複数ビーム生成手段によるビーム形成時のウェイトを用いることを特徴とする。

25 つぎの発明にかかるスペクトル拡散受信装置において、前記適応アルゴリズムは、前記判定結果から生成された参照信号から前記受信信号を引くことで誤差信号を算出し、さらに、その誤差信号に対して重み付け係数を用いた積分処理を行うことで、新たな誤差信号を生成することを特徴とする。

第1図は、本発明にかかるスペクトル拡散受信装置の実施の形態1の構成を示す図であり、第2図は、本発明にかかるスペクトル拡散受信装置の実施の形態3の構成を示す図であり、第3図は、複数のビームにてサービス対象のエリアをカバーする様子を表した図であり、第4図は、複数ビーム生成部の構成を示す図であり、第5図は、時空間領域パス検出部の構成を示す図であり、第6図は、従来のスペクトル拡散受信装置の構成を示す図であり、第7図は、パス検出部の構成を示す図であり、第8図は、しきい値算出部、判定部およびパス選択部の処理を示す図であり、第9図は、スロット構成を示す図である。

10 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明にかかるスペクトル拡散受信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

実施の形態1.

15 本実施の形態においては、アダプティブアレイアンテナを用いたスペクトル拡散受信装置について説明する。第1図は、本発明にかかるスペクトル拡散受信装置の構成を示す図である。第1図において、 $100, 101, \dots, 102$ は N （自然数）本で構成されるアンテナであり、 $110, 111, \dots, 112$ はバンドパスフィルタ（BPF）であり、 $120, 121, \dots, 122$ は逆拡散部であり、
20 $130, 131, \dots, 132$ は、マルチパス波による影響を受けた逆拡散後の信号から生成された L （自然数）個のパスに基づいて、個別にビームを形成するビーム形成部であり、 140 はパス検出部であり、 $150, 151, \dots, 152$ は複素乗算器であり、 153 は遅延器であり、 160 はウェイト制御部であり、 161 は加算部であり、 162 は複素乗算器であり、 163 は複素共役算出部であり、
25 164 は減算器であり、 165 は複素乗算器であり、 170 は個々のパスに対して伝送路の推定を行う伝送路推定部であり、 171 は個々のパスに対する干渉量の推定を行う干渉量推定部であり、 172 は複素乗算器 162 の出力を正規

化する正規化部であり、180, 181, ..., 182, ..., 183, 184は遅延器であり、185は加算部であり、190はデータ判定部である。

つぎに、上記のように構成されるスペクトル拡散受信装置の動作を説明する。
まず、N本のアンテナ100~102で受信した移動局からの信号は、それぞれ、
5 BPF110, 111, ..., 112でろ波され、所望の帯域制限がなされる。そして、帯域制限後の信号は、逆拡散部120, 121, ..., 122に入力され、ここでは、送信側で用いられた拡散符号系列(PN系列に相当)と同じ系列により逆拡散が行われる。

なお、移動体通信においては、周囲の建物や地形によって電波が反射、回折、
10 および散乱するため、複数の伝送路を経たマルチパス波が到来することで干渉が発生し、伴って受信波の振幅と位相がランダムに変動する周波数選択性フェージングが発生する。そこで、パス検出部140では、従来技術(第7図参照)と同様の手順で、マルチパス波の影響を受けたある1つの逆拡散後信号から、L個のパスの選択を行う。具体的にいうと、後述する各ビーム形成部が、H/Wおよび
15 S/Wの制約から予め定められたL個のパスに対してのみ信号処理を行うために、たとえば、すべてのパスのなかから平均電力値の大きい順にL個のパスを選択し、そして、各パスに対応する時系列的な位置を、パス位置情報として出力する。

パス検出部140によりパス位置情報を出力後、ビーム形成部130~132では、適応アルゴリズムによる信号処理によりビームを形成する。なお、ビーム
20 形成部130は、従来同様、信号電力の最も大きいパスに対して信号処理を実施するものであり、ビーム形成部131, ..., 132についても、従来同様、2番目からL番目に信号電力の大きいパスに対して信号処理を実施するものである。

ここで、ビーム形成部130の動作を詳細に説明する。なお、前述した逆拡散部120からの逆拡散後信号は、パス検出部140によりパス単位に分離され、
25 ビーム形成部130に入力される。したがって、各ビーム形成部では、検出されたパス単位にビームを形成することになる。

まず、ウェイト制御部160では、LMS (Least Mean Square) 等の適応ア

ルゴリズムに基づいてウェイトの計算を行い、複素乗算器150～152では、各アンテナにて受信した信号に対して、パス単位に、ビーム形成のための複素ウェイトを乗算する。そして、加算部161では、複素ウェイトが乗算された各受信信号を合成し、その合成結果を、指向性を有するアンテナ合成後信号として出力する。

つぎに、伝送路推定部170では、スロット毎に備えられた既知系列のパイロットシンボル（第9図参照）を用いて、第1番目のパスに対する伝送路推定値（複素値）を算出する。その後、複素共役算出部163では、伝送路推定部170にて算出した伝送路推定値の複素共役値を算出する。そして、この複素共役値は、複素乗算器162に入力されてアンテナ合成後信号との乗算が行われ、ここでは、信号振幅に比例した重み付けが実施され、かつ位相変動が除去された信号が出力される。

一方、干渉量推定部171では、アンテナ合成後信号である加算部161の出力 $y_1(k_s, j)$ から干渉量を算出する。ただし、 k_s はスロットの順番を表し、 j は第 k_s 番目のスロットにおけるパイロットシンボルの順番を表す。

まず、干渉量推定部171では、第 k_s 番目のスロット内のパイロットシンボル $P_s(k_s, j)$ を全シンボル分同相加算し（ただし、 $|P_s(k_s, j)| = 1$ ）、第 k_s 番目のスロットに対応する伝送路推定値 $\eta_1(k_s)$ を算出する。ただし、 $\eta_1(k_s)$ は複素数である。

つぎに、干渉量推定部171では、上記伝送路推定値 $\eta_1(k_s)$ と、加算部161の出力 $y_1(k_s, j)$ と、を用いて、式(2)のように、第 k_s 番目のスロットの干渉量 $\sigma_1^2(k_s)$ を算出する。

$$\sigma_1^2(k_s) = \frac{1}{P} \sum_{j=1}^P |y_1(k_s, j) \cdot P_s^*(k_s, j) - \eta_1(k_s)|^2 \quad \dots (2)$$

ただし、 $P_s^*(k_s, j)$ は $P_s(k_s, j)$ の複素共役値であり、 P が1スロット

ト中のパイロットシンボル数を表す。

- 最後に、干渉量推定部 171 では、得られた第 k_s 番目のスロットの干渉量 $\sigma_1^2(k_s)$ に対して、式 (3) のように、複数スロットにわたり平均化処理を行い、第 1 番目のパスから形成されたビームにおける第 k 番目のスロットの干渉量推定値 $I_1(k_s)$ を算出する。

$$I_1(k_s) = \frac{1}{S} \sum_{i=0}^{S-1} \sigma_1^2(k_s - S) \quad \dots (3)$$

- ただし、 S は平均化に使用するスロット数を表す。

その後、正規化部 172 では、複素乗算器 162 の出力である重み付け／位相変動除去後の信号を、干渉量推定部 171 の出力である干渉量推定値 $I_1(k_s)$ で割り、ビーム単位に、正規化後信号を出力する。

- ビーム形成部 130～132 により 1 番目（信号電力の最も大きいパス）から L 番目（信号電力が L 番目に大きいパス）のビームを形成後、遅延器 180～182 では、第 1 番目のパスから第 L 番目のパスがすべての同じタイミングとなるように、それぞれ、遅延量 D_1, D_2, \dots, D_L を付加する。

- 加算部 185 では、パス単位に同相化された信号を合成し、データ判定部 190 では、データの硬判定処理を行い、その硬判定結果を受信装置の復調データとして出力する。なお、この硬判定結果は、各パスのビームを形成するための参照信号として用いられるため、それぞれ、遅延器 183～184 にて遅延調整を行い、たとえば、遅延量 $D_L - D_1, D_L - D_2, \dots, 0$ （ L 番目のパスは遅延させない）を付加する。

- そして、ビーム形成部 130 では、上記遅延量が付加された硬判定データを受け取り、各受信信号に対するウェイトの決定する。なお、ここでは、ビーム形成のために既知の適応アルゴリズムを用いる。

たとえば、遅延器 184 の出力は、複素乗算器 165 により伝送路推定値と乗

算され、参照信号となる。その後、減算器 164 では、その参照信号からアンテナ合成後信号を減算し、第 1 番目のパスに対する誤差信号 $e_1(k)$ を生成する。そして、ウェイト制御部 160 では、正規化 LMS を表す前述の式 (1) にしたがって、ウェイトを更新／決定する。

- 5 このように、本実施の形態においては、移動局の位置が瞬時的に偏在するか、または、伝送速度が異なることで送信信号電力の異なる移動局が存在することで、パス単位に形成されるビームの干渉波電力が同一とみなせない場合においても、複素乗算器 162 の出力である重み付け／位相変動除去後の信号を、干渉量に応じた重み付けを実施後に、すなわち、正規化後に、合成しているため、SIR を
- 10 最適化でき、良好なビット誤り率特性が得られる。これにより、理想的なチャネル容量を得ることができる。

なお、本実施の形態においては、ビームを決定するためのウェイトの決定に LMS を用いたが、適応アルゴリズムはこれに限らず、たとえば、RLS 等の既知のアルゴリズムを適用することとしてもよい。

15 実施の形態 2.

- 本実施の形態は、実施の形態 1 と同様に、LMS 等の適応アルゴリズムに基づいてウェイトの計算を行うが、さらに、誤差信号 $e_1(k)$ に対して重み付けがなされた積分処理を実施することを特徴とする。なお、実施の形態 1 の第 1 図と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。したがって、こ
- 20 では、ウェイト制御部 160 の動作について詳細に説明する。

まず、ウェイト制御部 160 では、減算器から誤差信号 $e_1(k)$ を受け取り、その誤差信号 $e_1(k)$ に対して、式 (4) のように、重み付け係数 λ を用いた積分処理を行う。

25
$$E_1(k+1) = E_1(k) + \lambda \cdot e_1(k) \quad \dots (4)$$

ただし、 λ は重み付け係数 ($0 < \lambda < 1$) であり、 $E_1(k)$ は複素値である。

なお、複素値 $E_1(k)$ の初期値は、 $E_1(0) = 0$ である。

つぎに、ウェイト制御部160では、正規化LMSを表す式(5)にしたがって、ウェイトを更新/決定する。

$$5 \quad W_1(k+1) = W_1(k) + \mu \frac{X_1(k-\tau)}{\|X_1(k-\tau)\|^2} \cdot (e_1(k) + E_1(k)) \quad \dots (5)$$

ただし、式(5)右辺第2項の分母はノルムを表し、 k はサンプリング時刻($t = kT_s$: T_s はサンプリング周期)に対応し、 $X_1(k)$ は各逆拡散後信号の第1番目のパスのベクトル表現($X_1(k) = [x_1(1, k), x_1(2, k), \dots, x_1(N, k)]^T$)であり、 $W_1(k)$ は第1番目のパスに対する各ウェイトのベクトル表現($w_1(k) = [w_1(1, k), w_1(2, k), \dots, w_1(N, k)]^T$)である。また、 $W_1(k)$ の初期値は $w_1(0) = [1, 0, \dots, 0]^T$ であり、 μ はステップサイズを表し、 τ は遅延時間(遅延量)を表す。

15 このように、本実施の形態においては、前述した実施の形態1と同様の効果が得られるとともに、さらに、誤差信号 $e_1(k)$ に対して重み付け係数 λ を用いた積分処理を実施することで、その特性を強調することができるため、通信対象となる移動局が移動し、その移動速度が高速である場合においても、基地局側が移動局に対して精度よくビームを向けることができる。

20 実施の形態3.

本実施の形態においても、実施の形態1と同様に、アダプティブアレイアンテナを用いたスペクトル拡散受信装置について説明する。第2図は、本発明にかかるスペクトル拡散受信装置の実施の形態2の構成を示す図である。なお、前述した実施の形態1または2と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

25 第2図において、130, 131, ..., 132は、マルチパス波による影響を受けた逆拡散後の信号から生成された L (自然数)個のパスに基づいて、個別に

ビームを形成するビーム形成部であり、141は複数ビーム生成部であり、142はウェイトベクトル設定部であり、143は時空間領域パス検出部である。

つぎに、上記のように構成されるスペクトル拡散受信装置の動作を説明する。

5 なお、実施の形態1と同様の動作についてはその説明を省略する。たとえば、複数ビーム生成部141では、各逆拡散部から受け取った逆拡散後信号に基づいて、複数のビームでサービス対象のエリアをカバーする。第3図は、複数のビームにてサービス対象のエリアをカバーする様子を表した図であり、ここでは、H（自然数）個のビームでカバーしている。

10 第4図は、複数ビーム生成部141の構成を示す図である。第4図において、200、210、…、220はビーム形成部であり、201、202、…、203は複素乗算器であり、204は加算部である。

15 この複数ビーム生成部141では、まず、H個のビームにおける、第1番目のパスに対応するビームを形成するために、乗算器201～203が、各逆拡散後信号に対して、ウェイトベクトル設定部142から出力される第1番目のビーム形成用のウェイトを乗算する。そして、加算部204では、すべての乗算結果を加算して、第1番目のパスに対応するビームを時空間領域パス検出部143に対して出力する。なお、この複数ビーム生成部141では、上記と同様に、H個のビームにおける、第2～H番目のパスに対応するビームを形成するために、各逆
20 拡散後信号に対して、ウェイトベクトル設定部142から出力される第2～H番目のビーム形成用のウェイトを乗算する。

25 時空間領域パス検出部143では、受け取ったH個のビーム信号に基づいて、ビーム単位にパスの検出を行う。第5図は、時空間領域パス検出部143の構成を示す図である。第5図において、300、310、…、320はビーム単位にパス検出を行うビーム毎パス検出部であり、301は伝送路推定部であり、302は平均電力値算出部であり、303はしきい値算出部であり、304はパスの判定を行う判定部であり、305は干渉電力値算出部であり、306は正規化部であり、330はパス選択部である。以下、第1番目のビームに対応するビーム

毎検出部 300 を一例として動作を説明する。

この時空間領域パス検出部 143 では、まず、伝送路推定部 301 が、第 1 番目のビームに相当するビーム毎信号 # 1 に基づいて伝送路の推定を行う。具体的にいうと、伝送路推定部 301 では、スロット単位に設けられたパイロットシンボルを用いて、1 スロット内の全シンボルを同相加算し、瞬時の伝送路推定値を
5 求める。

つぎに、平均電力値算出部 302 では、上記伝送路推定値を用いて数スロット間にわたる電力平均化処理を行い、その処理結果として平均電力遅延プロファイル
10 を算出する。その後、しきい値算出部 303 では、平均電力遅延プロファイルのなかで、最も電力の小さいパスを雑音、すなわち、干渉電力とみなし、さらに、この最小電力から Δ dB だけ大きい電力を、パス選択のためのしきい値として出力する。

判定部 304 では、平均電力遅延プロファイルとしきい値とを比較し、そのしきい値よりも大きな平均電力値を有するパスを、希望信号に対するマルチパスとして、そのパスの時間的な位置情報および電力値情報を出力する。なお、パスの
15 時間的な位置情報については、パス選択部 330 へ、一方、パスの電力値情報については、干渉電力の正規化を行うために正規化部へ、それぞれ出力される。

一方、干渉電力値算出部 305 には、平均電力遅延プロファイルと、パスの時間的な位置情報および電力値情報と、が入力され、ここでは、パスの時間的な位置情報および電力値情報に基づいて、干渉量を推定する。具体的にいうと、干渉
20 電力値算出部 305 では、予め定められた観測時間範囲でパスがあると判定されなかったすべての平均電力プロファイルを加算し、さらに、その加算回数で平均化することにより、ビームの干渉電力を算出する。

正規化部 306 では、上記パスの電力値に対してビームの干渉電力に基づいた
25 正規化処理を行うため、パスの電力値をビームの干渉電力で割り、その割り算の結果を正規化電力値として出力する。

パス選択部 330 では、まず、どのビームから得られたパス情報であるかを識

別するためのビーム識別情報に基づいて、すなわち、パスの時間的な位置情報および正規化電力値に基づいて、H個のビーム毎パス検出部出力を識別する。そして、各ビーム形成部が、 H/W および S/W の制約から予め定められたL個のパスに対してのみ信号処理を行うために、たとえば、すべてのパスのなかから正規化電力値の大きい順にL個のパスを選択する。また、パス選択部330では、選

5 択したパスの時間的な位置情報を各ビーム形成部へ出力し、一方、時間的な位置情報をウェイトベクトル設定部142へ出力する。なお、第2番目～第L番目のパスに対しても同様の処理が行われる。

また、ウェイトベクトル設定部142では、まず、時空間領域パス検出部14

10 3によるパス検出結果に基づいて、パス単位に、各ビーム形成部に対して初期ウェイトを設定する。なお、各ビーム形成部に対して設定する初期ウェイトは、複数ビーム生成部141によるビーム形成時のウェイトが用いられることとし、時空間領域パス検出部143でパスが検出された際のビームのウェイトが、パス単位のビームの初期値として設定される。また、第2番目～第L番目のパスに対しても同様の設定される。

15

このように、本実施の形態においては、実施の形態1および2と同様の効果が得られるとともに、さらに、アダプティブアレイアンテナでビームを形成する初期状態において、予め定められた指向性を有する複数のビームを用いてサービス対象のエリアをカバーし、かつ干渉電力に基づいたパス検出を行うことで、ビーム内の干渉電力が抑えられるため、たとえば、干渉の影響が大きい伝送路においても、精度よくパス検出を行うことができる。

20

また、本実施の形態においては、パス検出後におけるビーム形成の初期状態時、前記予め定められた指向性を有する複数のビームの、どのビームから得られたパス情報であるかを識別するためのビーム識別情報を利用し、かつ複数ビーム生成部141によるビーム形成時のウェイトをアダプティブアンテナのウェイトの初期値として設定する。これにより、マルチパスの到来方向がわかるため、マルチパスの到来方向がわからない状態からウェイトを決定していた従来技術と比較し

25

て、適応アルゴリズムに基づいてビームを形成するまでの時間を大幅に短縮することができる。

なお、本実施の形態においては、ビームを決定するためのウェイトの決定にLMSを用いたが、適応アルゴリズムはこれに限らず、たとえば、RLS等の既知
5 のアルゴリズムを適用することとしてもよい。

以上、説明したとおり、本発明によれば、移動局の位置が瞬時的に偏在するか、または、伝送速度が異なることで送信信号電力の異なる移動局が存在することで、パス単位に形成されるビームの干渉波電力が同一とみなせない場合においても、
重み付け／位相変動除去後の信号を、干渉量に応じた重み付けを実施後に、すな
10 わち、正規化後に、合成しているため、SIRを最適化でき、良好なビット誤り率特性が得られる。これにより、理想的なチャネル容量を実現可能なスペクトル拡散受信装置を得ることができる、という効果を奏する。

つぎの発明によれば、干渉量に応じた重み付け処理を実施しているため、SIRを最適化できる。これにより、良好なビット誤り率特性を実現可能なスペクトル
15 拡散受信装置を得ることができる、という効果を奏する。

つぎの発明によれば、さらに、アダプティブアレイアンテナでビームを形成する初期状態において、予め定められた指向性を有する複数のビームを用いてサービス対象のエリアをカバーし、かつ干渉電力に基づいたパス検出を行うことで、
ビーム内の干渉電力が抑えられるため、たとえば、干渉の影響が大きい伝送路に
20 おいても、精度よくパス検出を行うことが可能なスペクトル拡散受信装置を得ることができる、という効果を奏する。

つぎの発明によれば、パス検出後におけるビーム形成の初期状態時、前記予め定められた指向性を有する複数のビームの、どのビームから得られたパス情報であるかを識別するためのビーム識別情報を利用し、かつ複数ビーム生成手段によるビーム形成時のウェイトをアダプティブアンテナのウェイトの初期値として設
25 定する。これにより、マルチパスの到来方向がわかるため、マルチパスの到来方向がわからない状態からウェイトを決定していた従来技術と比較して、ビームを

形成するまでの時間を大幅に短縮することが可能なスペクトル拡散受信装置を得ることができる、という効果を奏する。

- つぎの発明によれば、さらに、誤差信号に対して重み付け係数を用いた積分処理を実施することで、その特性を強調することができるため、通信対象となる移動局が移動し、その移動速度が高速である場合においても、移動局に対して精度よくビームを向けることが可能なスペクトル拡散受信装置を得ることができる、という効果を奏する。
- 5

産業上の利用可能性

- 10 以上のように、本発明にかかるスペクトル拡散受信装置は、周波数選択性フェーディングが発生する伝送路を用いて通信を行うのに有用であり、通信対象となる移動局が移動し、その移動速度が高速である場合においても、基地局側が移動局に対して精度よくビームを向けるのに適している。

請 求 の 範 囲

1. 単一のまたは複数のアンテナで受信した信号に対して逆拡散処理を実施し、その逆拡散後信号に基づいてデータの復調処理を行うスペクトル拡散受信装置において、
 - 前記逆拡散後信号から所定の基準を満たした複数のマルチパス波を検出し、それらのパスの時系列的な位置情報を出力するパス検出手段と、
 - 前記パス単位に受け取る前記時系列的な位置情報に基づいて、適応アルゴリズムによりビームを形成する複数のビーム形成手段と、
 - 前記ビーム単位に得られる受信信号に基づいて伝送路推定値を算出し、その推定結果に基づいて信号振幅に応じた重み付け処理、および位相変動の除去処理を行う複数の伝送路推定手段と、
 - 前記ビーム単位に得られる受信信号に基づいて干渉量を抽出する複数の干渉量抽出手段と、
 - 前記干渉量に基づいて前記位相変動除去処理後の信号を正規化する複数の正規化手段と、
 - 前記すべての正規化後の信号を合成する合成手段と、
 - 前記合成後の信号を判定する判定手段と、
 - を備えることを特徴とするスペクトル拡散受信装置。
 2. 前記干渉量抽出手段は、
 - 送信信号に付加された既知系列に基づいて、干渉量を算出することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のスペクトル拡散受信装置。
 3. 前記パス検出手段は、
 - サービス対象のエリアをカバーするために必要な複数のビームを生成する複数のビーム生成手段と、

前記ビーム単位に、所定のしきい値以上の電力値を有するすべてのパスを検出し、さらに、前記ビーム毎に算出される干渉電力に基づいて前記検出されたパスの電力値を正規化するパス検出手段と、

- 前記検出されたパスのなかから電力値の大きい順に所定数分のパスを選択する
- 5 パス選択手段と、
- を備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のスペクトル拡散受信装置。

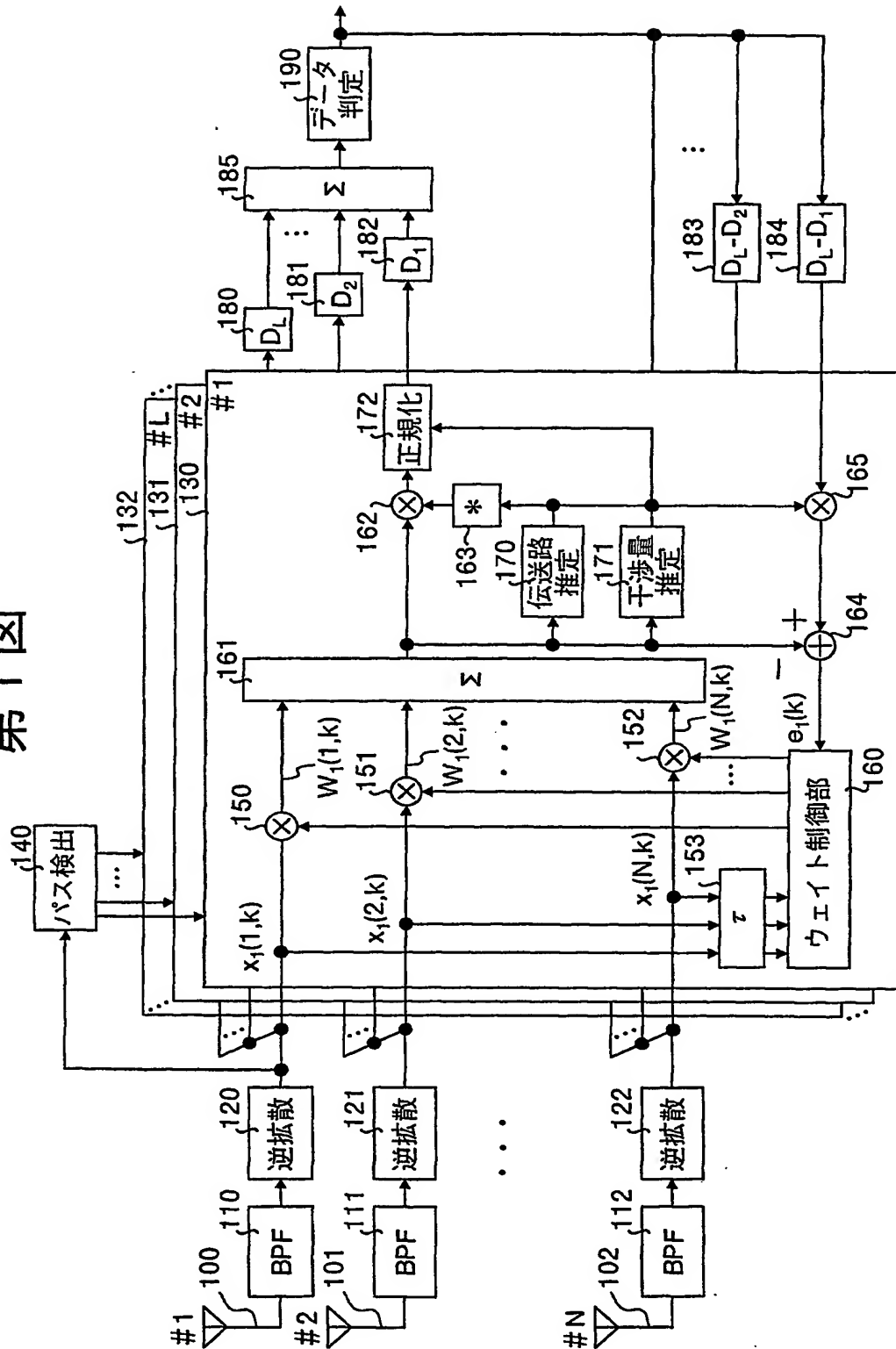
4. 前記ビーム形成手段は、

- 前記適応アルゴリズムを用いてビームを形成するときに必要となるウェイトの
- 10 初期値として、前記複数ビーム生成手段によるビーム形成時のウェイトを用いることを特徴とする請求の範囲第3項に記載のスペクトル拡散受信装置。

5. 前記適応アルゴリズムは、

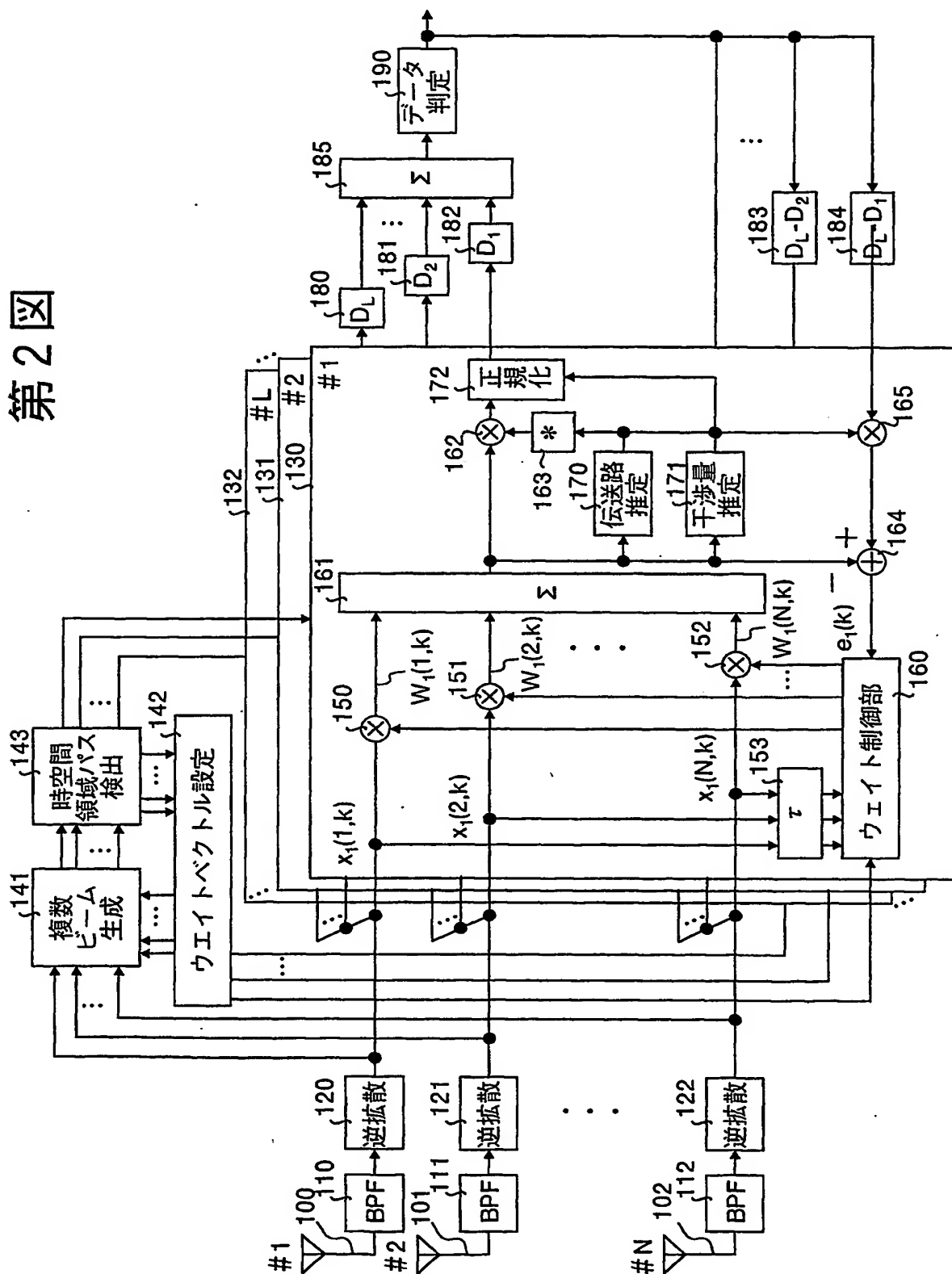
- 前記判定結果から生成された参照信号から前記受信信号を引くことで誤差信号
- 15 を算出し、さらに、その誤差信号に対して重み付け係数を用いた積分処理を行うことで、新たな誤差信号を生成することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のスペクトル拡散受信装置。

第1図



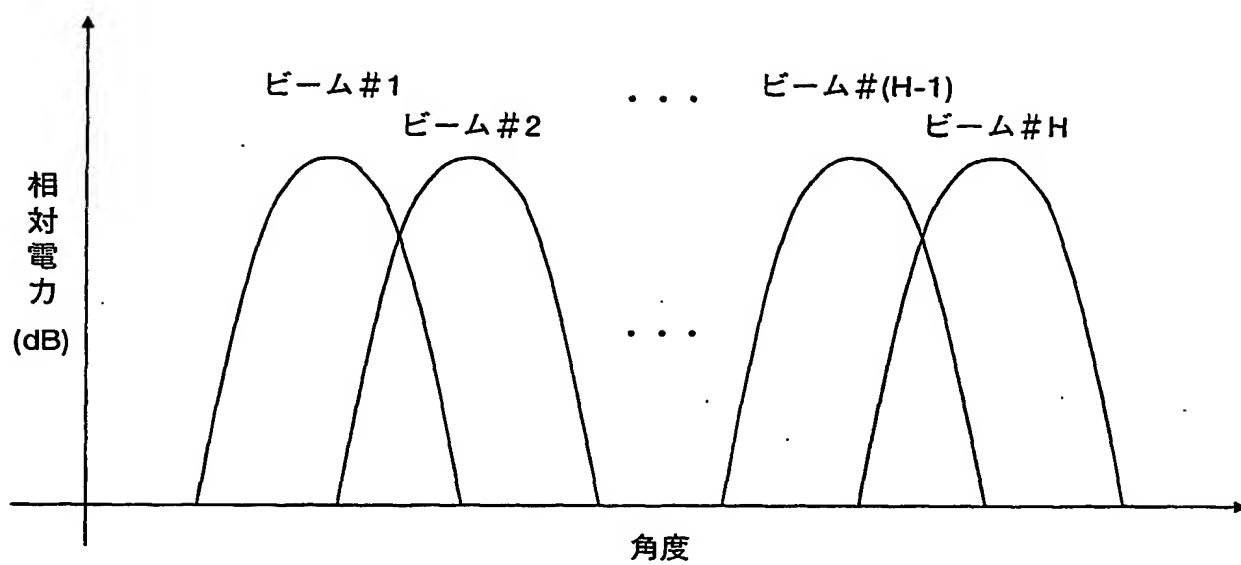
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第2図



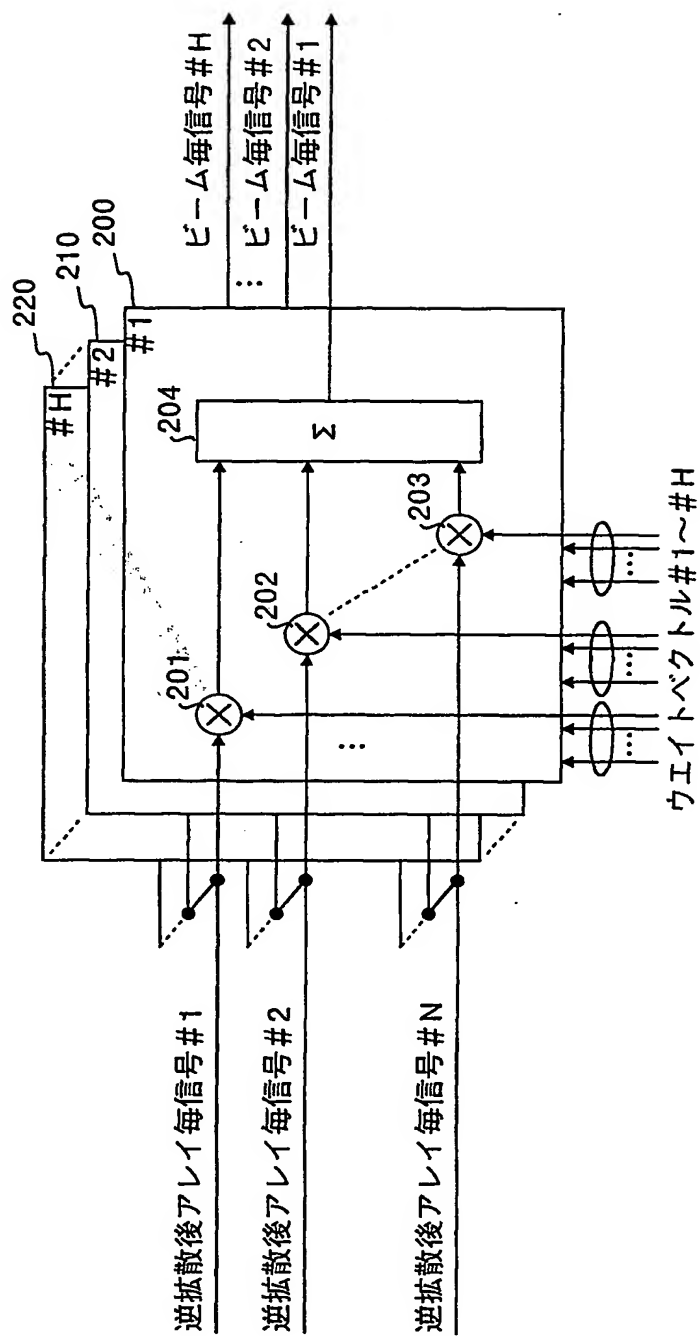
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第3図



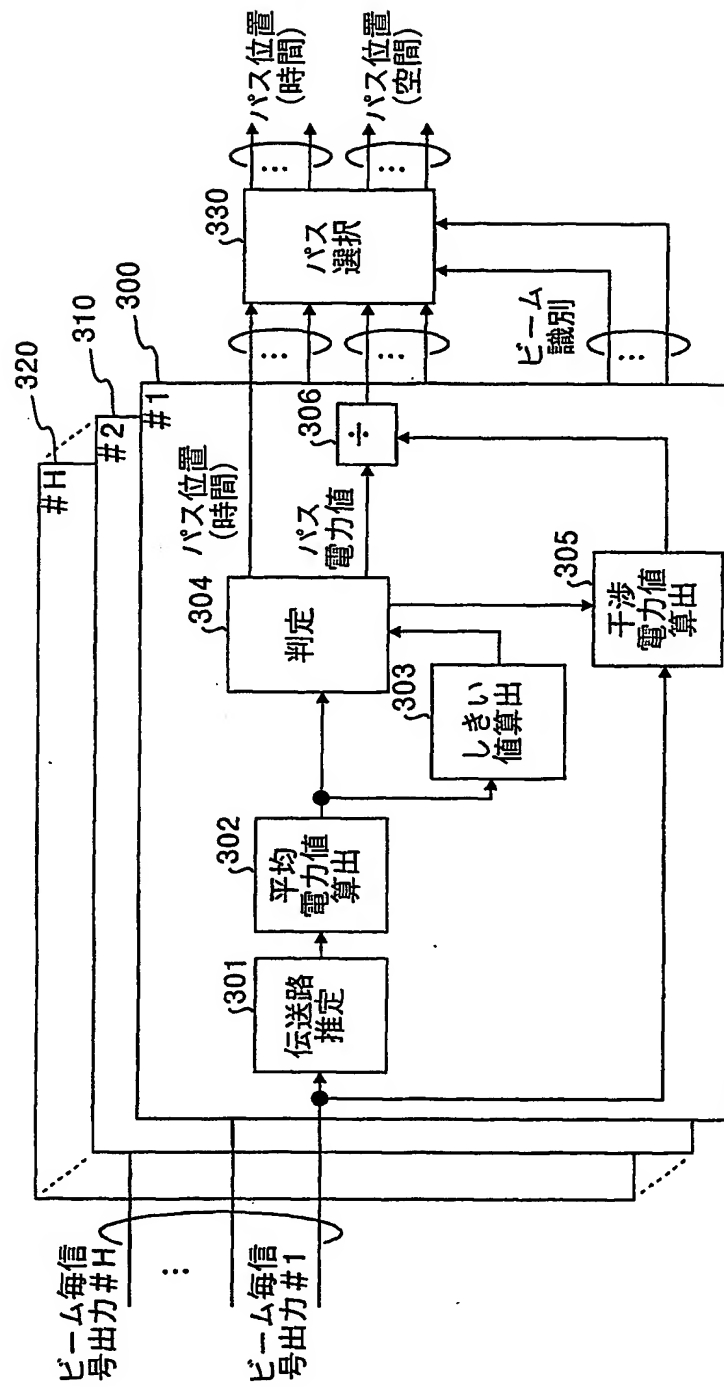
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第4図



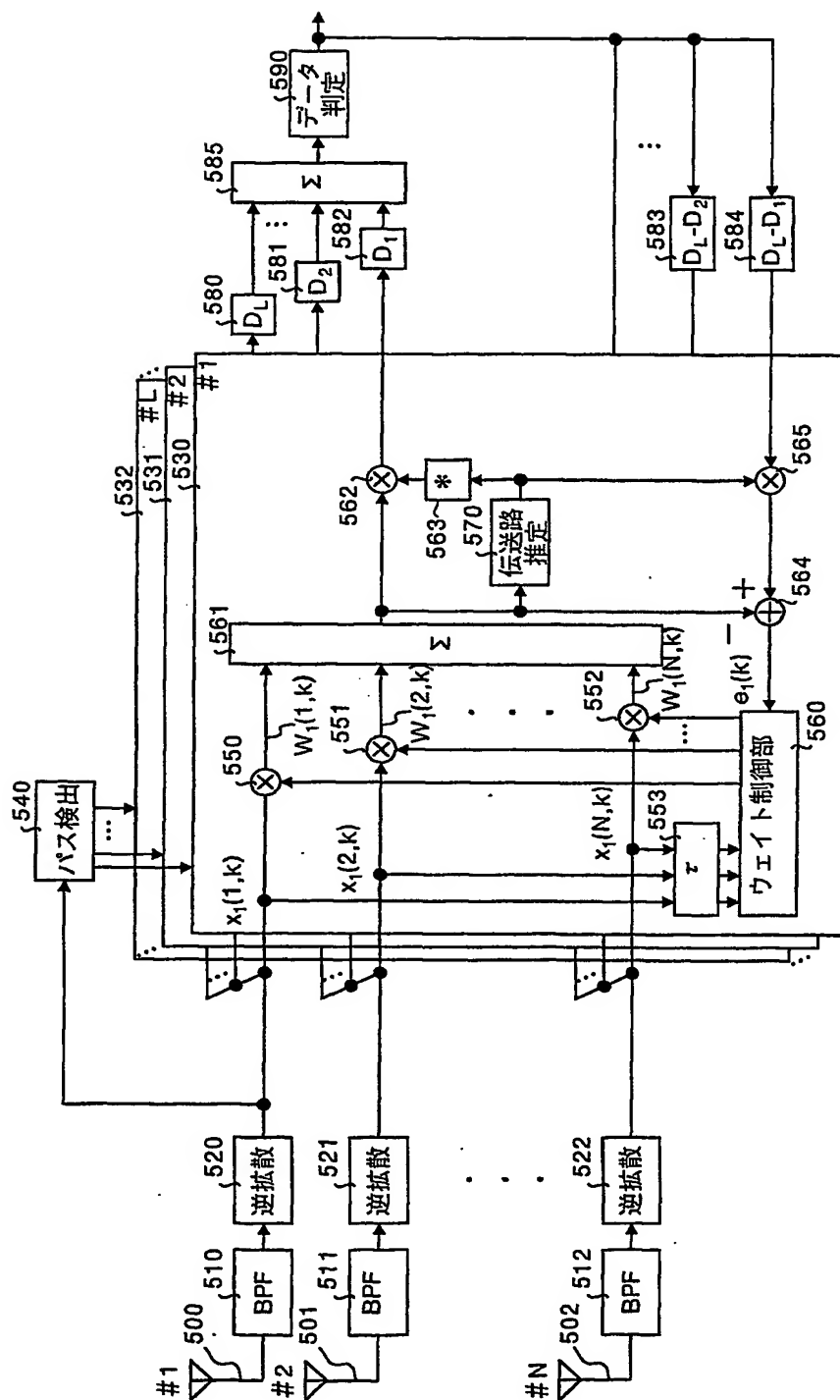
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第5図



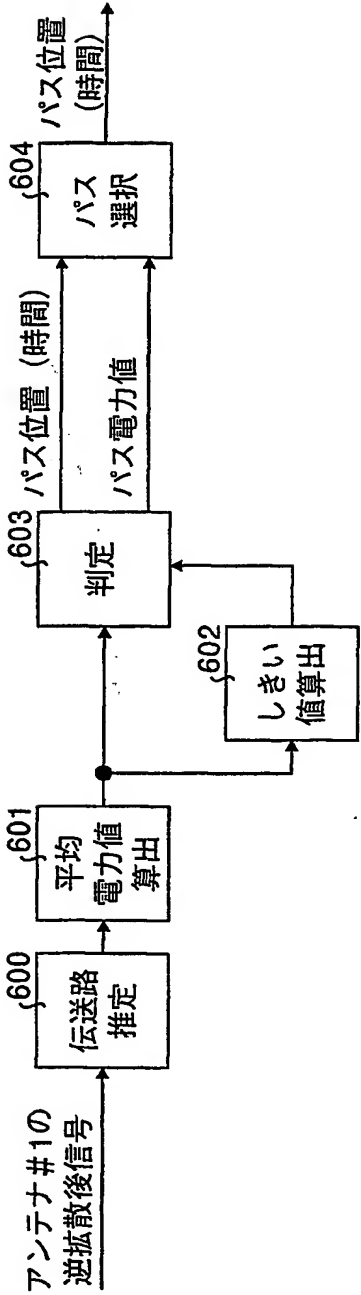
THIS PAGE BLANK (USPTO)

圖 6 鋸



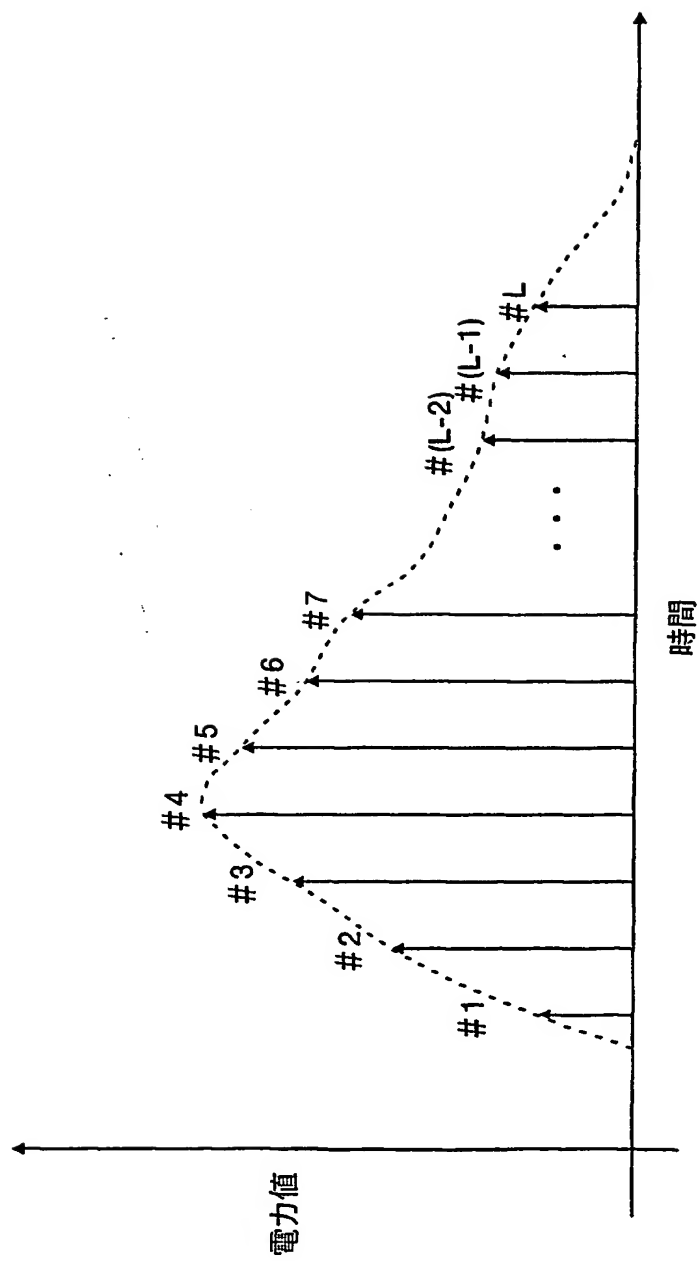
THIS PAGE BLANK (11/15/2021)

第7図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

第8図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 9 図

既知系列	データ
------	-----

スロット構成

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04B7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04B 7/00, 7/02- 7/12
H04J13/00Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-327126 A (Lucent Technologies Inc.), 08 December, 1998 (08.12.98), & EP 0876002 A2 & KR 98081861 A & US 6067292 A	1-5
Y	JP 11-177474 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 02 July, 1999 (02.07.99), & EP 0924876 A2 & CN 1220500 A & KR 99063128 A & US 6191736 B1	1-5
Y	JP 11-205286 A (NEC Corporation), 30 July, 1999 (30.07.99), & EP 0930727 A2 & CA 2258376 A1 & US 6222498 B1	1-5
Y	JP 11-298371 A (NEC Corporation), 29 October, 1999 (29.10.99), & EP 0949766 A2 & CA 2267924 A1	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 July, 2001 (10.07.01)Date of mailing of the international search report
24 July, 2001 (24.07.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04B7/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04B 7/00, 7/02- 7/12
H04J13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-327126 A (ルーセント テクノロジーズ インコーポレイテッド) 8. 12月. 1998 (08. 12. 98) & EP 0876002 A2 & KR 98081861 A & US 6067292 A	1-5
Y	JP 11-177474 A (松下電器産業株式会社) 2. 7月. 1999 (02. 07. 99) & EP 0924876 A2 & CN 1220500 A & KR 99063128 A & US 6191736 B1	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 07. 01

国際調査報告の発送日

24.07.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

桑江 晃



5 J 4 2 3 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-205286 A (日本電気株式会社) 30. 7月. 1999 (30. 07. 99) & EP 0930727 A2 & CA 2258376 A1 & US 6222498 B1	1-5
Y	JP 11-298371 A (日本電気株式会社) 29. 10月. 1999 (29. 10. 99) & EP 0949766 A2 & CA 2267924 A1	1-5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)